

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-276806

(43) 公開日 平成4年(1992)10月1日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 19/02		D 8811-3H		
3/12	3 0 5 L	9179-3H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平3-37218	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成3年(1991)3月4日	(72) 発明者	上田 和光 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	市瀬 俊彦 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	寺田 二郎 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

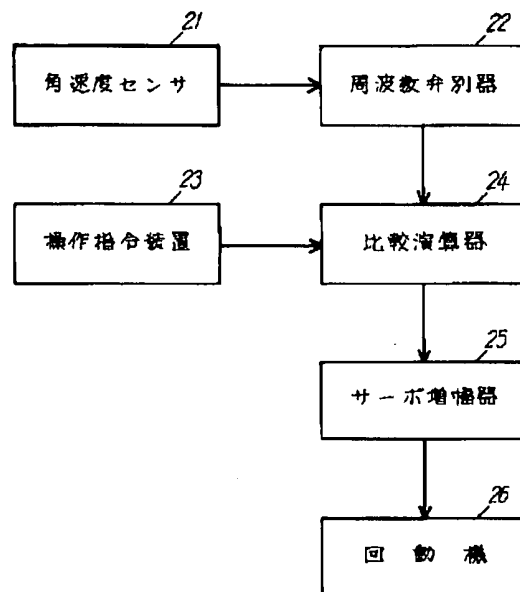
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アーム用振動抑制装置

(57) 【要約】

【目的】 多軸化、柔構造化したアームの振動発生を抑え、発生した振動もすばやく減衰させるアーム用振動抑制装置を提供することを目的とする。

【構成】 操作指令装置23からの指令信号により駆動可能な回動機26と、この回動機26に連結されたアームと、このアームに設置されアームの角速度を検出する角速度センサ21と、前記操作指令装置23と検出された角速度を示す信号とを比較演算して回動機26を駆動する信号を生成する周波数弁別器22、比較演算器24、サーボ増幅器25とを備えたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 操作指令手段からの指令信号により駆動可能な回動手段と、この回動手段に連結されたアームと、このアームに設置されアームの角速度を検出する角速度センサと、前記操作指令手段と検出された角速度を示す信号とを比較演算して回動手段を駆動する信号を生成する信号生成手段とからなるアーム用振動抑制装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は産業用ロボット等が有する柔構造アームの振動抑制装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 電器製品の自動組立機に代表される産業用ロボットにおいては、電器製品の高密度化あるいは、多種小量生産に対応できるように、3次元的に細部に入り組んだ所での作業が求められている。例えば、図5は、従来より考案されている、加速度センサ1、2、3を用いてアーム4、5、6の振動の抑制を試みた自動半田付け機における振動抑制装置のアーム部分の構成を示す模式図である。7、8、9は回動機、10は半田こて先である。このように、3本のアーム（または、リスト）4、5、6を回動（回転および屈伸動作）可能に連結した多関節構造を採っている。

【0003】 従来使用されているロボット等におけるようにアームを剛構造とするとアームの大型化を招き、3次元的に入り組んだ部分での作業が不可能となる。そこで、アーム形状を極力軽量化し、細くするが、その結果、剛性が低くなり柔構造となり、作業時や起動時、停止時にアームの振動が発生し、長時間継続するので、作業性が非常に悪くなり、またアームの振幅を考慮すれば、微細に入り組んだ部分での作業はできない。

【0004】 そこで、前述したようにアーム4、5、6の先端または、根元に加速度センサ1、2、3を装着する。非駆動時にはこの加速度センサからの出力が、ゼロとなるように、駆動手段にフィードバックをかけ、積極的に振動を抑制する振動抑制装置が考案されている。

【0005】 図6にこの振動抑制装置における一番根元のアーム4の振動をシミュレートした結果を示す。この図は回転動作を停止した直後の各部の波形を示すものであり、11は回動機7を構成するサーボモータの出力波形である。12は加速度センサ1の出力信号波形でありアーム4の振動状態を示している。13は振動抑制制御を行わない場合の加速度センサ1の出力信号波形である。加速度センサ1を備えた振動抑制装置によりアーム4の振動の抑制されていることがわかる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、ロボットのアームは、近年ますます多軸化の傾向があり、加速度センサの出力信号から振動の部位を固定することが困難になっている。上述したのはあくまで1番根元のアーム

ム4の振動抑制のシミュレーション結果である。

【0007】 ここで、例えば、図5に示す振動抑制装置において、加速度センサ1、2の装着点を振動の節として振動した場合を想定すれば、加速度センサ3からのみ出力を得る。実際に振動をしているアーム4、5は振動していないものと見なされ、実際にはあまり振動していないアーム6のみが振動しているものと判断され、逆に加振されることになる。したがってこの振動に対しては、何ら対策はなく自然に振動の減衰するのを待つことになる。振動の発生を抑えるためには比較的剛構造とし回動速度を抑えなければならない。

【0008】 したがって、従来より考案されている、加速度センサを備えた振動抑制装置の場合では、装置は十分には小型化しえず、作業性も悪くなるという問題点があった。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記問題点を解決するために、操作指令手段からの指令信号により駆動可能な回動手段と、この回動手段に連結されたアームと、このアームに設置されアームの角速度を検出する角速度センサと、前記操作指令手段と検出された角速度を示す信号とを比較演算して回動手段を駆動する信号を生成する信号生成手段とを備えたものである。

【0010】

【作用】 本発明によれば、操作指令手段からの指令信号と角速度センサからの検出結果が信号生成手段に入力され、その比較により、回動手段を駆動する信号が生成される。例えば、回動停止後は、指令信号がないから、アームの振動により角速度が発生すると、それに応じた抑制信号が信号生成手段から出力されて、回動手段がアーム振動を抑制する方向に駆動される。

【0011】

【実施例】 図1は本発明の一実施例におけるアーム用振動抑制装置の制御系のブロック図である。21は角速度センサ、22は角速度センサ21の検出角速度信号を周波数弁別する周波数弁別器である。23は操作指令装置、24は比較演算器で周波数弁別器22により周波数弁別された信号と操作指令装置23からの操作指令信号とを比較演算し、振動抑制信号を出力する。25はサーボ増幅器であり、この振動抑制信号を増幅し回動機26を駆動できる信号に変換する。比較演算器24は、単に周波数弁別器22により周波数弁別された信号と操作指令装置23からの操作指令信号との差をとるだけでなく、アームの振動をできる限り早く減衰させるようにアルゴリズムされていれば、振動抑制はいっそう効果的である。

【0012】 図2は同実施例における自動半田付け機のアーム部分の構成を示す模式図である。27、28、29はアーム、30、31、32は回動機、33は角速度センサ、34は半田こて先である。このように、3本の

アーム（または、リスト）27、28、29を回動可能に連結した多関節構造をとっている。それぞれの回動機30、31、32は、サーボモータにより回転、屈伸動作を行うが、サーボモータは図示していない。

【0013】図1の回動機26は図2の回動機30、31、32を一般化して表したものである。図1の角速度センサ21は、図2の角速度センサ33と同一のものであると見なして差し支えない。

【0014】それぞれのアーム27、28、29の固有振動数をあらかじめ分離して設計しておけば、検出された角速度の信号の周波数分析を行うことにより、どのアームが振動しているかの弁別ができるので、少ない角速度センサで多くのアームの振動を抑制することができる。

【0015】本実施例では図3（a）に示す音叉型ピエゾジャイロを用いている。35、36は駆動用圧電素子であり、この音叉型の角速度センサに角速度が働いた場合に生じるコリオリの力をピックアップする。なお、37は結合部材であり、38は支持棒である。2個のセンスエレメント39、40の出力信号を差動増幅することで、ピックアップ信号から角速度成分を選択的に増幅しているが、合計をとって増幅することで加速度成分を抽出することができるので、従来例にあるように加速度センサとしての出力信号をも制御に用いれば、いっそう効果的な制御を行い得る可能性がある。

【0016】なお、後述するように、角速度センサは必要に応じて図3（b）に示す音片型ピエゾジャイロ、あるいは、図3（c）に示すように水晶を音叉型に切り出したピエゾジャイロ等を選ぶこともできる。図3（b）において、41は振動を担う恒弾性体であり、駆動用圧電素子42により駆動されている。この角速度センサに角速度が働けば、恒弾性体41は駆動方向と垂直の方向に振動するので、検出用圧電素子43によりピックアップしている。なお、44は支持体である。

【0017】また、図3（c）において、45は水晶をカッティングした音叉振動体であり、これに角速度が働くと、音叉振動体45全体がねじれ振動をし、支持棒46に付けた検出端47が振動するので、これをピックアップする。48は支持体である。

【0018】なお、3軸すべての角速度情報を得るためには、このような角速度センサ3つをそれぞれ直角に配する必要がある。

【0019】図4にこの振動抑制装置における一番根元のアーム27を駆動したときの振動をシミュレートした結果を示す。この図は停止状態より一定角速度で回転させた後、回転動作を停止した状況の各部の波形を示すものであり、50は回動機30への操作指令信号、51は角速度センサ33の出力信号波形であり、アーム27の回転方向の回転、振動状態を示している。52は回動機30を構成するサーボモータの出力波形である。53は

振動抑制制御を行わない場合の角速度センサ33の出力信号波形である。アーム27の振動が抑制されていることがわかる。

【0020】本実施例にあつては、特に回動終了時の振動の減衰を早める効果が明らかにされているが、発生量を抑えることは為されていない。特に回動開始時のトルクによって各アーム27、28、29に蓄えられた弾性エネルギーが回動終了時に開放される。この弾性エネルギーが、振動を発生させる原因となる。したがって、起動開始時に指令信号と各速度センサ33からの検出結果を比較演算し、蓄えられる弾性エネルギーが最小限になるように回動機30、31、32を駆動させることにより最終的に発生する振動を抑えることができる。作業時においても、弾性エネルギーの蓄積、開放を最小限に抑えるように制御することで振動発生を抑えることができるのは言うまでもない。また、副次的な効果として、通常回動起動時にサーボモータの最大のトルクが必要となるのであるが、弾性エネルギーと化す部分を軽減させることができるので、この最大トルクを抑えることができ、ひいては装置全体を小型軽量化することができる。

【0021】角速度センサの駆動周波数を200kHz以上にすれば、例えば、ワイヤボンディング装置の先端のアーム（人の手になぞらえて、リストという場合も多い）あるいはその先端にあるボンディングツールに発生する微振動（周波数～10kHz以上、振幅～5μm以下）を抑制することができる。半田付け装置や部品実装機のように上記のような微振動が問題にならない場合は、前記実施例に用いた音叉型ピエゾジャイロ（駆動周波数1kHz）がコスト的にも最適となるが、図3（b）に示す音片型ピエゾジャイロを選ぶことで、周波数の選択幅は～50kHzまで広げることができ、また図3（c）に示す水晶を音叉型に切り出したピエゾジャイロを選べば、～1MHzまで広げることができる。装置の各部の固有振動数に応じて、角速度センサを選ぶことができる。

【0022】なお、本発明は、産業用ロボットが有する柔構造アームの振動抑制装置に対してのみならず、油圧ショベルやクレーン等有する柔構造アームの振動抑制装置に対しても有効であることは言うまでもない。

【0023】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように本発明によれば、回動部分の角速度を検出し、検出された角速度と操作指令とを比較することにより、駆動トルクが弾性エネルギーとして蓄積されないようにし、抑制信号により回動手段を駆動するようにしたので、柔構造アームの作業時や回動停止時の振動の発生を抑制し、発生した振動は速やかに減衰させることができる。したがって、アームの軽量化が図れ、操作性が向上する。また、弾性エネルギーの蓄積、開放が小さくなり、応力状態が緩和されるので、疲労寿命が向上する。また、最大トルクを小さく設計できる。したがって、装置全体の小型軽量化が

図れ、消費電力も小さく抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるアーム用振動抑制装置の制御系のブロック図

【図2】同実施例におけるアーム部分の構成を示す模式図

【図3】(a)は同実施例における角速度センサ素子の斜視図

(b)は角速度センサ素子の他の例を示す斜視図

(c)は角速度センサ素子の他の例を示す斜視図

【図4】同実施例における振動のシミュレーションでの操作指令信号、角速度センサの出力信号、駆動信号、振

動抑制制御を行わない場合の角速度センサの出力信号を示す波形図

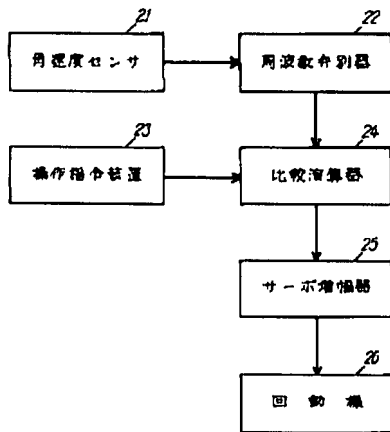
【図5】従来例におけるアーム用振動抑制装置のアーム部分の構成を示す模式図

【図6】従来例における振動のシミュレーションでの駆動信号、加速度センサの出力信号、振動抑制制御を行わない場合の加速度センサの出力信号を示す波形図

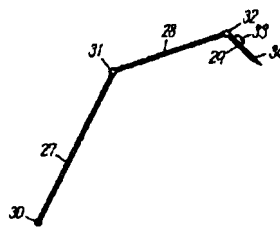
【符号の説明】

- | | |
|----|--------|
| 21 | 角速度センサ |
| 22 | 周波数分割器 |
| 23 | 操作指令装置 |
| 24 | 比較演算器 |
| 25 | サーボ増幅器 |
| 26 | 回動機 |

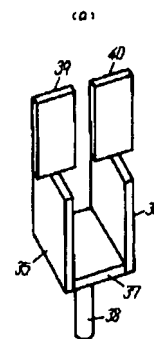
【図1】



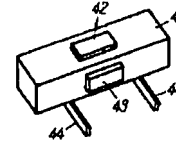
【図2】



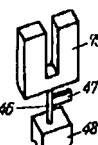
【図3】



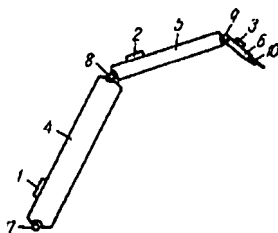
(b)



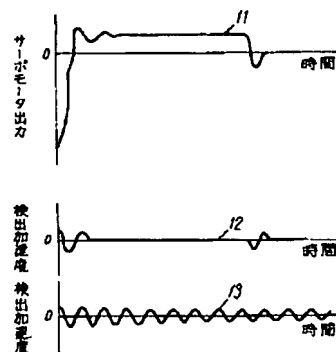
(c)



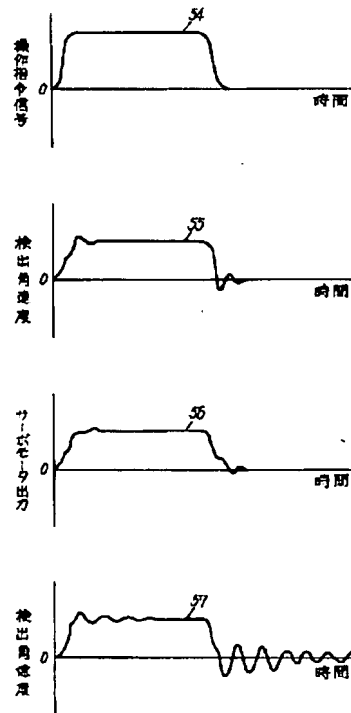
【図5】



【図6】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 竹中 寛

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 吉田 純威

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 牛原 正晴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内